



(11) **EP 2 022 801 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**11.02.2009 Patentblatt 2009/07**

(51) Int Cl.:  
**C08B 15/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **07015804.3**

(22) Anmeldetag: **10.08.2007**

<p>(84) Benannte Vertragsstaaten: <b>AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR</b></p> <p>Benannte Erstreckungsstaaten: <b>AL BA HR MK RS</b></p> <p>(71) Anmelder: <b>Dow Wolff Cellulosics GmbH</b> <b>29699 Bomlitz (DE)</b></p> <p>(72) Erfinder: • <b>Nachtkamp, Klaus, Dr.</b> <b>29664 Walsrode (DE)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Krüger, Christa, Dr.</b> <b>29640 Schneverdingen (DE)</b></li><li>• <b>Engelhardt, Jürgen, Dr.</b> <b>29683 Bad Fallingbostal (DE)</b></li><li>• <b>Fischer, Steffen, Dr. habil.</b> <b>01705 Freital (DE)</b></li><li>• <b>Pinnow, Manfred, Dr.</b> <b>14514 Teltow (DE)</b></li><li>• <b>Hettrich, Kay, Dr.</b> <b>14548 Schwielowsee / Caputh (DE)</b></li></ul> <p>(74) Vertreter: <b>Polypatent</b> <b>Braunsberger Feld 29</b> <b>51429 Bergisch Gladbach (DE)</b></p>
---	---

(54) **Nanopartikel aus amorpher Cellulose**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft neuartige nanoskalige Cellulosepartikel sowie ein Verfahren zu deren Herstellung. Die erhaltenen cellulosebasierten Partikel weisen gewichts- bzw. volumengemittelte Partikelgrößen von weniger als 300 nm auf. Die Darstellung dieser

Nanopartikel erfolgt aus amorpher Cellulose bzw. durch Amorphisierung von Cellulose, optionaler anschließender Hydrolyse und durch Eintrag von Energie nach oder während der Dispersion in ein wasserhaltiges Medium.

**EP 2 022 801 A1**

**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft neuartige nanoskalige Cellulosepartikel aus amorpher Cellulose sowie ein Verfahren zu deren Herstellung und die Verwendung.

**[0002]** Die Nanotechnologie wird neben der Informations- und Biotechnologie als die große technische Entwicklung unserer Gegenwart angesehen. Ganz allgemein befasst sich die Nanotechnologie mit dem Aufbau, den Eigenschaften und der Wirkung von Strukturen im Bereich von einigen hundert Nanometern (nm) und darunter. Anwendungen entstehen nahezu in allen Bereichen des täglichen Lebens, wie z. B. in der Energie- und Umwelttechnik, in der Informationstechnik sowie im pharmazeutischen und medizinischen Bereich.

**[0003]** Cellulose ist das am häufigsten vorkommende Biopolymer auf der Erde und damit der global bedeutendste nachwachsende Rohstoff. Als Hauptbestandteil der pflanzlichen Gerüstsubstanz weist Cellulose hervorragende molekulare Eigenschaften auf. Bereits im nativen Zustand liegen geordnete Bereiche (Kristallite) mit den typischen Abmessungen von Nanopartikeln (3-10 nm breit und bis zu 100 nm lang) vor. Diese Bereiche sind allerdings verbunden durch nichtkristalline Makromoleküle sowie durch Nebenvaleanzbindungen (H-Brücken).

**[0004]** Zur Herstellung von cellulosebasierten Nanopartikeln, welche weitestgehend frei von Überstrukturen sind, sind verschiedene Ansätze bisher verfolgt worden. Allen ist die Überlegung gemein, einzelne Cellulosepartikel voneinander zu separieren und zu stabilisieren, um zu primärpartikulär vorliegende Teilchen zu gelangen, welche nicht durch harte irreversible Agglomeration miteinander verbunden sind.

**[0005]** Üblicherweise werden dazu mechanische und/oder chemische Verfahrensschritte durchlaufen (De Souza Lima, Borsall, Macromol. Rapid Commun. 25 (2004) 771, Ono, Shimaya, Hongo, Yamane, Transactions of the Materials Research Society of Japan 26 (2001) 569, Ioelovich, Leykin, Cellulose Chem. Technol. 40 (2006) 313, Zhang, Elder, Pu, Ragauskas, Carbohydr. Polym. 69 (2007) 607, US-A 2005 0239744, WO 2006/034837 A2, EP 1582551 A1, DE 3047351 C2).

**[0006]** Aus CN 1470552 ist die Herstellung von Cellulosepartikeln in einer Größenordnung von 50 bis 200 nm bekannt, wobei die Cellulose zunächst in einem geeigneten Lösungsmittel gelöst und anschließend durch intensives Rühren in eine Sedimentationslösung dispergiert wird. Zur Stabilisierung der dabei sich bildenden Partikel ist der Zusatz von externen Emulgatoren wie Fettsäuresalzen oder Alkylbenzolsulfonaten notwendig. Nach diesem Verfahren sind nur extrem verdünnte Dispersionen mit einem Cellulosegehalt von unterhalb 0,5 Gew.-% erhältlich.

**[0007]** Die Ergebnisse dieser Methoden sind jedoch hinsichtlich Feinteiligkeit und Verfahrensaufwand nicht befriedigend. Viele der in der Literatur beschriebenen Verfahren führen nämlich zu fibrillären Partikeln, die nur im Querschnitt nanoskalig sind und Fasertängen deutlich über 300 nm besitzen. Bisher ließen sich nanoskalige Partikel nur durch sehr aufwendige Verfahren erreichen, die zu Partikeln mit hohem Kristallinitätsgrad führen. Weiterhin ist der Zusatz externer, nicht kovalent mit den Partikeln verbundener Stabilisatoren unerwünscht, da sie ausgewaschen werden können oder in vielen Anwendungen, z. B. im Bereich pharmazeutischer Zubereitungen stören.

**[0008]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es daher neuartige primärpartikulär dispergierbare Nanopartikel auf Cellulose-Basis bereitzustellen, welche sich durch ein vergleichsweise technisch einfach zu realisierendes Verfahren herstellen lassen und zur Partikelbildung nicht auf externe Emulgatoren angewiesen sind.

**[0009]** Es wurde nun gefunden, dass die zugrunde liegende Aufgabe durch Scher- oder Ultraschalldispargierung weitestgehend amorpher Cellulose gelöst werden kann.

**[0010]** Gegenstand der Erfindung sind daher Partikel amorpher Cellulose mit gewichts- bzw. volumengemittelten Partikelgrößen (D50-Wert) von weniger als 300 nm, bevorzugt weniger als 200 nm, besonders bevorzugt 100nm, gemessen mittels Ultrazentrifugation oder dynamischer Lasedichtstreuung.

**[0011]** Ebenfalls ein Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung von Dispersionen enthaltend Partikel aus amorpher Cellulose mit gewichts- bzw. volumengemittelten Partikelgrößen (D50-Wert) von weniger als 300 nm, bevorzugt weniger als 200 nm, besonders bevorzugt weniger als 100 nm, bestimmt durch Ultrazentrifugation oder dynamische Laserlichtstreuung, bei dem

a) amorphe Cellulose mit einem Anteil an kristallinen Bereichen von weniger als 20 Gew.-% bereitgestellt,

b) anschließend gegebenenfalls zumindest teilweise hydrolysiert und abschließend

c) in Wasser oder einem wasserhaltigen flüssigen Medium aufgenommen und gleichzeitig oder anschließend durch Eintrag von Energie darin dispergiert und gegebenenfalls schließlich mit Wasser verdünnt wird.

**[0012]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung beträgt der D90-Wert, und weiter bevorzugt auch der D95-Wert, der amorphen Cellulosepartikel weniger als 300 nm, bevorzugt weniger als 200 nm, besonders bevorzugt weniger als 100 nm, wobei die Partikel dabei vorzugsweise agglomeratfrei, d. h. primärpartikulär dispers, vorliegen.

**[0013]** Die Bereitstellung von im Sinne von Schritt a) geeigneten amorphen Cellulosen kann von allen kommerziellen Zellstoffen (z.B. Chemie- und Papierzellstoffe), mikrokristalliner Cellulose oder Linterscellulose ausgehen. Sie besitzen typischerweise Durchschnittspolymerisationsgrade (DP) von 100 bis 3000, bevorzugt 200 bis 2500, bevorzugter 250

bis bis 2000, besonders bevorzugt von 350 bis 1500.

**[0014]** Zur Beseitigung kristalliner Bereiche werden diese Cellulosen dann entweder in einem Lösungsmittel wie N-Methylmorpholin-N-oxid Monohydrat (NMMNO), Salzhydrat-schmelzen, wie z. B.  $\text{ZnCl}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{LiClO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  oder ionischen Flüssigkeiten, z.B. 1-Butyl-3-Methylimidazoliumchlorid gelöst und anschließend durch Zugabe eines Nicht-Lösungsmittels wieder ausgefällt. Beispiele solcher Nicht-Lösungsmittel sind z.B. Alkohole und Wasser.

**[0015]** Statt des vorbeschriebenen Lösungs-/Fällungsverfahrens zur Bereitstellung amorpher Cellulose kann diese auch durch Mahlung (z.B. in einer Planetenmühle, Kugelmühle) hergestellt werden (P. H. Hermans, A. Weidinger, J. Am. Chem. Soc. 68 (1946) 2547, S. Fischer, Habilitationsschrift, TU Bergakademie Freiberg 2003.).

**[0016]** Bevorzugt liegt der Kristallinitätsgrad der in b) eingesetzten Cellulose bei <20% Der Kristallinitätsgrad wird mit Röntgenweitwinkelstreuung (WAXS) bestimmt.

**[0017]** Die optionale Hydrolyse in Schritt b) kann durch eine Mineralsäure, bevorzugt Schwefelsäure oder Phosphorsäure, oder eine Salzhydratschmelze, bevorzugt Zinkchlorid oder Lithiumperchlorat, bei Temperaturen von 40 °C bis 100 °C vorgenommen werden. Sie kann dazu dienen, die Kettenlänge der Celluloseverbindungen zu verkürzen. Unter den Begriff "Mineralsäure" fallen auch Mineralsäuregemische. Der Begriff "Salzhydratschmelze" umfasst auch Schmelzmischungen.

**[0018]** Bevorzugt wird das Reaktionsgemisch nach der Hydrolyse von darin gelösten Salzen befreit. Dies kann beispielsweise durch Zentrifugation und Wäsche mit Wasser, d.h. durch Abtrennung des Rohprodukts durch Zentrifugation, anschließendem Hinzufügen von Wasser und Abtrennen des Produkts vom Waschwasser durch Zentrifugation, erfolgen. Bevorzugt beträgt der Restsalzgehalt des Hydrolyseprodukts weniger als 5 Gew.-%, besonders bevorzugt weniger als 1 Gew.-%.

**[0019]** Als Medium zur Dispergierung der Partikel wird vorzugsweise Wasser verwendet. Der pH-Wert des nicht stark aciden wässrigen Mediums liegt vorzugsweise im Bereich oberhalb von 5, bevorzugter oberhalb von 6, weiter bevorzugter im Bereich von 6 bis 10, und besonders bevorzugt von 6,5 bis 8.

**[0020]** Der Energieverbrauch für die Dispergierung beträgt mindestens 2000 kWh/t, bevorzugt mindestens 5000 kWh/t, besonders bevorzugt mindestens 10000 kWh/t.

**[0021]** Zum Eintrag von Energie in Schritt c) eignen sich grundsätzlich sämtliche dem Fachmann bekannte Vorrichtungen und Techniken zu diesem Zweck. Bevorzugt ist der Einsatz von Ultraschallgeräten, Hochgeschwindigkeitsrührer, Dispergiereinrichtungen basierend auf dem Rotor-Stator-Prinzip (z.B. Ultra-Turrax-Geräte), Strahldispergatoren und Mikrofluidizer.

**[0022]** Ultra-Turrax-Geräte sind Dispergiereinrichtungen zum Emulgieren, Homogenisieren und Suspendieren fließfähiger Medien. Die wirksame Frequenz ist einstellbar und kann dem zu bearbeitenden Stoff oder Stoffgemisch angepasst werden.

**[0023]** Das Prinzip eines Mikrofluidizer lässt sich wie folgt beschreiben. Das zu verarbeitende Material wird unter hohem Druck durch eine Interaktionskammer geführt. Die Probe strömt durch eine oder zwei schmale Kanäle und erreicht lineare Geschwindigkeiten in Abhängigkeit vom Gerätetyp bis 1000 m/s. So entstehen enorme Scherkräfte. In der Kammer gibt es keine beweglichen Teile, wodurch eine enge Partikel- und Tröpfchenverteilung gewährleistet wird.

**[0024]** Der Energieeintrag in Stufe c) kann grundsätzlich ein oder mehrstufig aber auch kontinuierlich mit variablem Energieeintrag erfolgen.

**[0025]** Die in Schritt c) erhaltene Dispersion weist eine Feststoffkonzentration der Cellulose von bevorzugt 0,1 bis 10 Gew.-%, besonders bevorzugt 0,5 bis 3,5 Gew.-%, ganz besonders bevorzugt 0,75 bis 2,5 Gew.-%, auf.

**[0026]** Durch die in Schritt c) erfolgende Dispergierung, insbesondere durch den Energieeintrag, kann sich der Polymerisationsgrad der amorphen Cellulose verringern. Dabei ist ein Polymerisationsgradabbau von 5 bis 50% möglich. Infolgedessen kann die in Schritt c) erhaltene nanoskalige amorphe Cellulose einen durchschnittlichen Polymerisationsgrad von 50 bis 2900, bevorzugt 100 bis 2400 aufweisen.

**[0027]** Der Zusatz von Dispersionsmitteln oder Emulgatoren zur Stabilisierung der Cellulosedispersion ist nach dem erfindungsgemäßen Verfahren nicht notwendig.

**[0028]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird daher vor, während oder nach dem Dispergierschritt c) kein Dispersionsmittel bzw. Emulgator, vorzugsweise kein Fettsäuresalz oder Alkylbenzolsulfonat, zugesetzt. Gleichwohl kann durch Zusatz solcher Mittel eine weitere Stabilisierung erreicht werden,

**[0029]** Bevorzugt wird das erfindungsgemäße Verfahren, insbesondere Schritt c), bei Temperaturen 10 bis 100 °C, besonders bevorzugt 20 bis 80 °C durchgeführt.

### **Beispiele:**

**[0030]** Als Cellulosen wurden handelsübliche Holzzellstoffe oder Linterscellulosen eingesetzt.

**[0031]** Zur Dispergierung der Cellulosederivate in Wasser wurde ein Hochgeschwindigkeitsrührer nach dem Rotor-Stator-Prinzip eingesetzt (Ultra Turrax T25 basic, IKA, Umdrehungsgeschwindigkeit 20 000 min<sup>-1</sup>).

**[0032]** Zur weiteren Homogenisierung wurde ein Mikrofluidizer vom Typ 110F (Microfluidics, Newton MA USA) mit

zwei in Reihe geschalteten Interaktionskammern (H210Z 200  $\mu\text{m}$  und JR20Z 50  $\mu\text{m}$ ) verwendet.

**[0033]** Die Röntgenweitwinkelmessungen wurden am Zweikreis-Diffraktometer D5000 der Fa. Bruker-AXS in symmetrischer Transmission unter Verwendung monochromatischer Cu-K $\alpha$ -Strahlung (Ge(111)-Monochromator) durchgeführt. Die Aufnahmen erfolgten bei 30 mA und 40 kV in dem 2 $\theta$ -Winkelbereich von 4-104° (Schrittweite  $\Delta 2\theta = 0.2^\circ$ ). Aus den Diffraktometerstreukurven wurde mit Hilfe der IAP-Auswertesoftware WAXS 7 (Methode nach Ruland-Vonk) ein Kristallinitätsgrad  $x_c$  ermittelt.

**[0034]** Die analytische Ultrazentrifugation erfolgte mit Hilfe des Geräts OPTIMA XL-I der Fa. Beckman-Coulter (Palo Alto, CA) unter Verwendung von Doppelsektor-Zellen mit 12 mm optischer Weglänge und Interferenz-Optik als Detektor. Messungen der Sedimentationsgeschwindigkeit wurden bei Drehzahlen von 15.000 U/min bei jeweils vier verschiedenen Konzentrationen zwischen 0,3 und 0,05% bei 20 °C durchgeführt. Die aus den Sedimentogrammen ermittelten mittleren Sedimentationskoeffizienten wurden gemäß  $1/s_{app} = 1/s_0 + (k_s/s_0) \cdot c$  auf die Konzentration  $c=0$  extrapoliert.

**[0035]** Die dynamische Laserlichtstreuung erfolgte mit dem Gerät Horiba LB 550 (USA) mit einem Messbereich von 1 nm bis 6  $\mu\text{m}$ . Dazu werden die Diffusionsgeschwindigkeiten der dispergierten Partikel über die Doppler-Verschiebung in der Frequenz des an ihnen gestreuten Laserlichtes gemessen. Die Frequenzverschiebungen werden als Intensitätsschwankungen des Streulichtes an einem Detektor erfasst. Es werden sowohl die D50 (50% der Teilchen sind kleiner als die angegebene Dimension) als auch die D90- Werte (90% der Teilchen sind kleiner als die angegebene Dimension) bestimmt.

### Beispiel 1 :

#### a) Bereitstellung amorpher Cellulose

**[0036]** 53 g Cellulose (Durchschnittspolymerisationsgrad  $DP_{\text{cuoxam}}$  (Tetramminkupfer(II)hydroxidlösung) = 751, Kristallinitätsgrad  $x_c = 48\%$ ) wurden unter Zusatz von 0,75 Gallussäurepropylester in 2800 g einer 46%igen N-Methylmorpholin-N-oxid-Lösung (NMMNO) suspendiert. Bei einer Temperatur von 105 °C und 60 mbar wurden 1320 g Wasser abgedampft, wobei sich die Cellulose auflöste. Zu dieser Lösung wurden schrittweise bei 80 °C 1,5 Liter 2-Propanol gegeben, wobei die Cellulose ausfiel. Das Produkt wurde abgetrennt, mit 2-Propanol gewaschen und im Vakuum Trockenschrank getrocknet. Die erhaltene Cellulose ist amorph. Der DP dieser Probe betrug  $DP_{\text{cuoxam}} = 657$ .

**[0037]** Abbildung 1 zeigt die Streukurve der erhaltenen amorphen Cellulose. Der daraus ermittelte Kristallinitätsgrad  $x_c$  beträgt 14%.

#### b) Herstellung einer Dispersion nanoskaliger Cellulosepartikel

**[0038]** 10 g dieser amorphen Cellulose wurden in 490 ml 20 Gew.-%iger Schwefelsäure bei 80 °C und 6 h hydrolysiert. Dann wurde die Suspension in 1 Liter Wasser unter Verwendung eines Ultra-Turrax eingebracht und mittels einer Zentrifuge bis zur pH-Neutralität und Salzfreiheit gewaschen.

**[0039]** Zur Dispergierung wurden 300 ml einer 2 Gew.-%igen Suspension dieser Cellulose in Wasser zunächst für 30 min mit einem Ultra-Turrax und anschließend mit einem Mikrofluidizer Jeweils eine Stunde bei 600 bar und 1100 bar behandelt. Nach der Mikrofluidizer-Behandlung wird die Feststoff-Konzentration durch Zugabe von Wasser auf 1,5 Gew.-% eingestellt.

**[0040]** Im Ergebnis erhielt man eine völlig transparente, stabile und opaleszierende Dispersion von Cellulose mit einem  $DP_{\text{cuoxam}} = 52$ .

**[0041]** Die Probe wurde mittels Ultrazentrifugation untersucht.

**[0042]** Abbildung 2 und Tabelle 1 zeigen, dass die mittlere Partikelgrößen ohne Quellungskorrektur bei 37,3 nm lag.

Tabelle 1:

Probe	Fläche	Zentrum	Breite	Offset	Höhe
0,3 %	0,9258	28,217	8,7553	0,00105	0,084371
0,2 %	0,9319	29,777	10,020	0,001124	0,07420
0,1 %	0,9836	30,201	14,262	$4,160 \times 10^{-4}$	0,055027
0,05 %	0,9353	35,862	21,800	0,00131	0,034232

$D_0 = 37,3 \text{ nm}$  (berechnet aus  $s_0 = 407,1 \text{ Svedbg.}$ )

**[0043]** Aus dem Sedimentationsverhalten konnte man auf eine Quellung der Partikel in Folge einer fest gebundenen Hydrathülle schließen. Unter Berücksichtigung der Quellung der Teilchen betrug die Teilchengröße 120 bis 190 nm.

**[0044]** Abbildung 3 zeigt die dynamische Laserlichtstreuung der Nanocellulose-Dispersion hergestellt nach Bei-

spiel 1 (0,08 Gew.-%, 2 min Ultraschall). Es ergibt sich ein D50-Wert von 281 nm sowie ein D90-Wert von 330 nm.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Dispersion enthaltend Partikel aus amorpher Cellulose bei dem
  - a) amorphe Cellulose mit einem Anteil an kristallinen Bereichen von weniger als 20 Gew.-% bereitgestellt,
  - b) anschließend gegebenenfalls zumindest teilweise hydrolysiert, und
  - c) danach in Wasser oder einem wasserhaltigen flüssigen Medium aufgenommen und gleichzeitig oder anschließend durch Eintrag von Energie darin dispergiert und gegebenenfalls schließlich mit Wasser verdünnt wird,
 wobei der D50-Wert der Partikel weniger als 300 nm, bevorzugt weniger als 200 nm, besonders bevorzugt 100 nm, bestimmt durch Ultrazentrifugation oder dynamische Laserlichtstreuung, beträgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der D90-Wert, und bevorzugt der D95-Wert, der dispergierten Partikel weniger als 300 nm, bevorzugt weniger als 200 nm, bevorzugter weniger als 100 nm, beträgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die amorphe Cellulose aus Chemiezellstoff, Papierzellstoff, mikrokristalliner Cellulose, oder Linterscellulose gewonnen wird.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die amorphe Cellulose einen durchschnittlichen Polymerisationsgrad von 100 bis 3000, bevorzugt 200 bis 2500, bevorzugter 250 bis bis 2000, besonders bevorzugt 350 bis 1500, aufweist.
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei in Schritt a) die amorphe Cellulose mit einem Anteil an kristallinen Bereichen von weniger als 20 Gew.-% **dadurch** bereitgestellt wird, dass die Ausgangscellulose gemahlen wird oder in einem Lösungsmittel gelöst und anschließend durch Zugabe eines Nicht-Lösungsmittels wieder ausgefällt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Lösungsmittel N-Methylmorpholin-N-oxid Monohydrat, eine Salzhydratschmelze oder eine ionische Flüssigkeit ist und/oder das Nicht-Lösungsmittel ein Alkohol, Wasser oder Mischungen davon ist.
7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Hydrolyse in Schritt b) durch eine Mineralsäure oder Salzhydratschmelze, vorzugsweise bei Temperaturen zwischen 40 °C und 100°C, vorgenommen wird.
8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei nach der Hydrolyse das Reaktionsgemisch von darin gelösten Salzen befreit wird, vorzugsweise durch Zentrifugation und Wäsche mit Wasser, und der Restsalzgehalt des Hydrolyseprodukts bevorzugt weniger als 5 Gew.-% beträgt.
9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei in Schritt c) mindestens 2000 kWh/t, bevorzugt mindestens 5000 kWh/t, besonders bevorzugt mindestens 10000 kWh/t, Energie eingetragen wird.
10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Eintrag von Energie in Schritt c) durch Ultraschallgeräte, Hochgeschwindigkeitsrührer, Dispergiereinrichtungen basierend auf dem Rotor-Stator-Prinzip, Strahtdispergatoren oder Mikrofluidizern erfolgt.
11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die in Schritt c) erhaltene Dispersion eine Feststoffkonzentration der Cellulose von 0,1 bis 10 Gew.-%, bevorzugt 0,5 bis 3,5 Gew.-%, besonders bevorzugt 0,75 bis 2,5 Gew.-%, aufweist.
12. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei vor, während oder nach dem Dispergierschritt c) kein Dispersionsmittel, vorzugsweise kein Fettsäuresalz oder Alkylbenzolsulfonat, zugesetzt wird.
13. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei Schritt c), bei Temperaturen 10 bis 100 °C, bevorzugt bei 20 bis 80 °C durchgeführt wird.

## EP 2 022 801 A1

**14.** Dispersion enthaltend Partikel aus amorpher Cellulose, wobei die gewichts- bzw. volumengemittelte Größe der Partikel weniger als 300 nm, bevorzugt weniger als 200 nm, besonders bevorzugt 100 nm, bestimmt durch Ultrazentrifugation oder dynamische Laserlichtstreuung, beträgt.

5 **15.** Dispersion nach Anspruch 14, wobei die amorphe Cellulose einen Anteil an kristallinen Bereichen von weniger als 20 Gew.-% aufweist.

**16.** Dispersion nach Anspruch 14 oder 15, wobei die amorphe Cellulose aus Chemiezellstoff, Papierzellstoff, mikrokristalliner Cellulose, oder Linterscellulose gewonnen wird.

10 **17.** Dispersion nach einem der Ansprüche 14 bis 16, wobei die amorphe Cellulose einen durchschnittlichen Polymerisationsgrad von 50 bis 2900, bevorzugt 100 bis 2400 aufweist.

**18.** Dispersion nach einem der Ansprüche 14 bis 17, wobei in der Dispersion die Feststoffkonzentration des Cellulose 0,1 bis 10 Gew.-%, bevorzugt 0,5 bis 3,5 Gew.-%, beträgt.

15

**19.** Dispersion erhältlich durch ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13.

**20.** Partikel aus amorpher Cellulose wie sie in der Dispersion nach einem der Ansprüche 14 bis 19 enthalten sind.

20

25

30

35

40

45

50

55

Abbildung 1

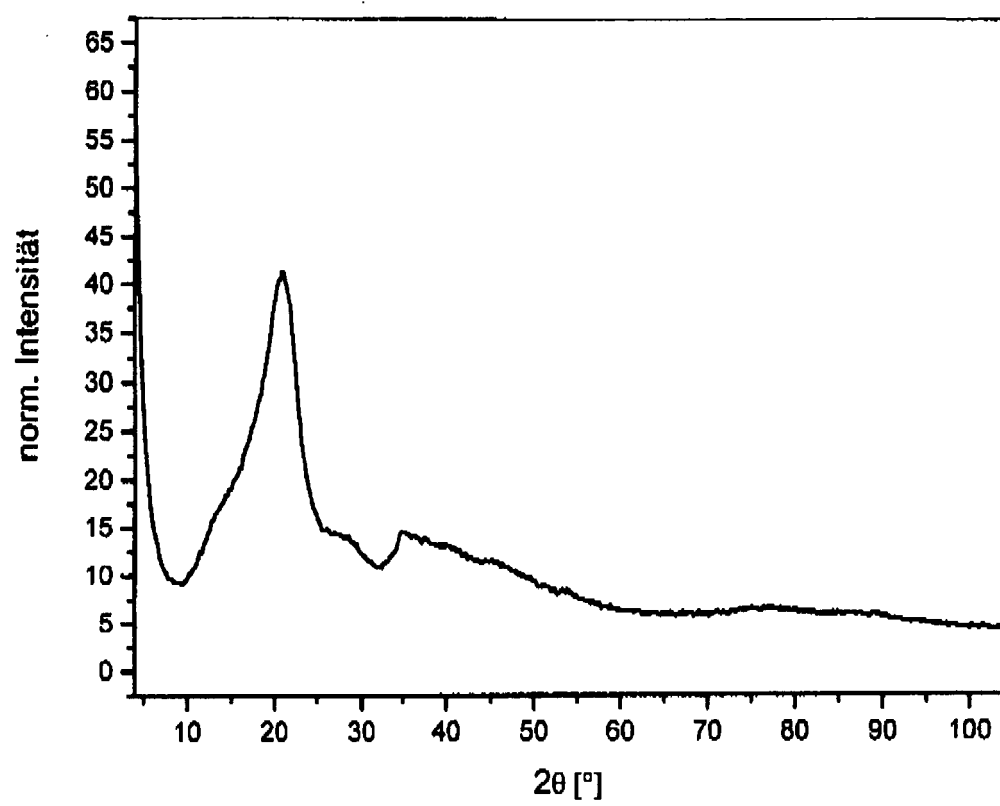


Abbildung 2

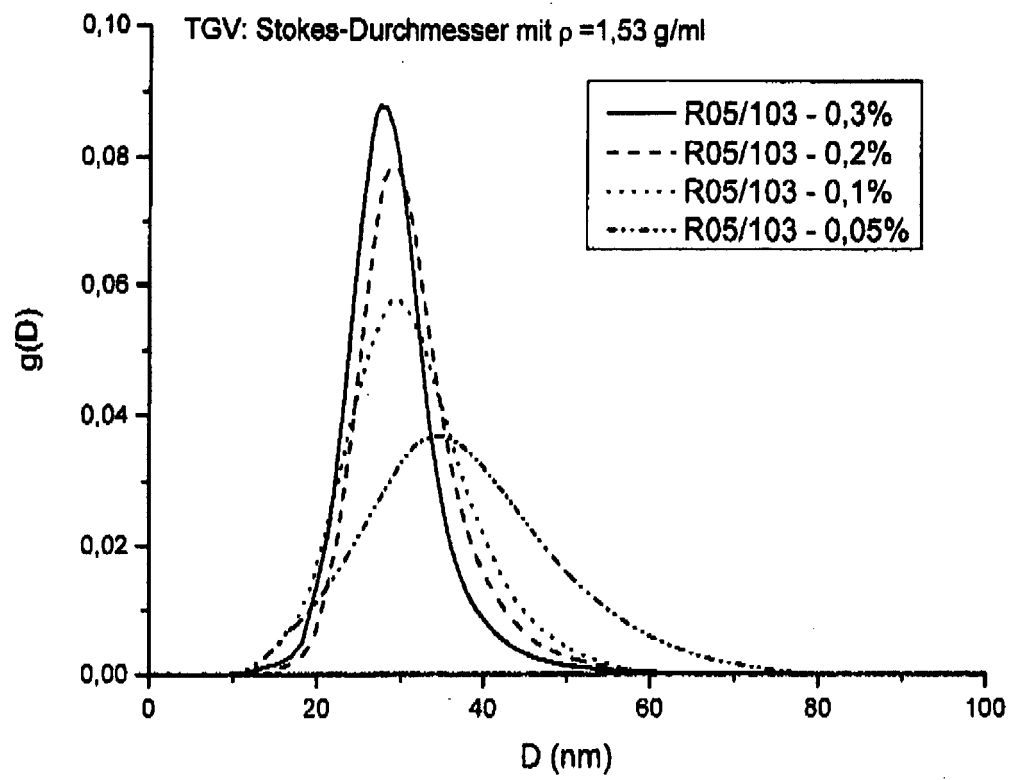
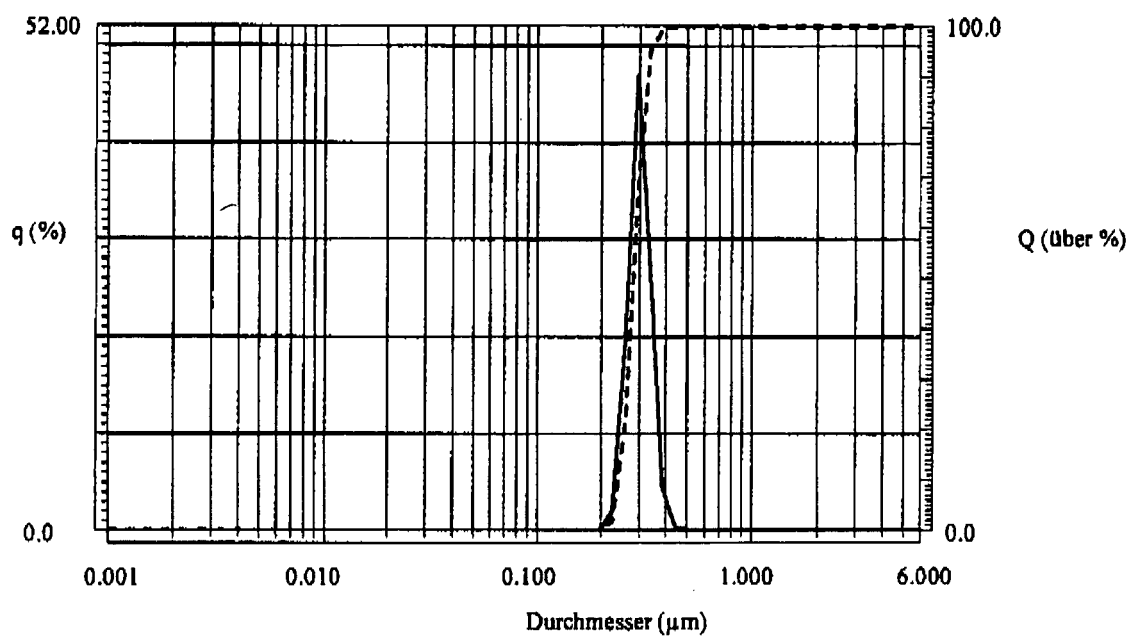




Abbildung 3





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 07 01 5804

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 3 397 198 A (GREIDINGER DAHLIA S ET AL) 13. August 1968 (1968-08-13) * Spalte 2, Zeilen 15-18; Anspruch 1 *	1-20	INV. C08B15/02
X,D	----- DATABASE WPI Week 200454 Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 2004-554533 XP002452555 -& CN 1 470 552 A (UNIV DONGHUA) 28. Januar 2004 (2004-01-28) * Zusammenfassung *	1-20	
X	----- US 5 417 984 A (BANKER GILBERT S [US] ET AL) 23. Mai 1995 (1995-05-23) * Beispiel 3 *	1-20	
X	----- US 429 534 A (DE KHOTINSKY ACHILLES) 1890 * Seite 1, Zeilen 39-43 *	1-20	
A,D	----- ZHANG ET AL: "Facile synthesis of spherical cellulose nanoparticles" CARBOHYDRATE POLYMERS, APPLIED SCIENCE PUBLISHERS, LTD. BARKING, GB, Bd. 69, Nr. 3, 10. Mai 2007 (2007-05-10), Seiten 607-611, XP022068683 ISSN: 0144-8617 * Tabellen 1,3 *	1-20	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C08B
A,D	----- WO 2006/034837 A (RETENMAIER & SOEHNE GMBH & CO [DE]; SCHLOSSER HARALD [DE]) 6. April 2006 (2006-04-06) * Anspruch 1 *	1-20	
----- -/--			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 26. September 2007	Prüfer Lanz, Sandra
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 07 01 5804

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	KIM ET AL: "Structural studies of electrospun cellulose nanofibers" POLYMER, ELSEVIER, OXFORD, GB, Bd. 47, Nr. 14, 28. Juni 2006 (2006-06-28), Seiten 5097-5107, XP005526422 ISSN: 0032-3861 * Zusammenfassung *	1-20	
A	US 6 534 071 B1 (TOURNILHAC FLORENCE [FR] ET AL) 18. März 2003 (2003-03-18) * Spalte 2, Zeilen 38-50 *	1-20	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 26. September 2007	Prüfer Lanz, Sandra
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 07 01 5804

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

26-09-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 3397198	A	13-08-1968	GB	1075492 A	12-07-1967
CN 1470552	A	28-01-2004	KEINE		
US 5417984	A	23-05-1995	US	5674507 A	07-10-1997
US 429534	A		KEINE		
WO 2006034837	A	06-04-2006	EP	1794366 A2	13-06-2007
US 6534071	B1	18-03-2003	EP	1057477 A1	06-12-2000
			FR	2794466 A1	08-12-2000
			JP	2001002523 A	09-01-2001

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

## IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

### In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 20050239744 A [0005]
- WO 2006034837 A2 [0005]
- EP 1582551 A1 [0005]
- DE 3047351 C2 [0005]
- CN 1470552 [0006]

### In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **DE SOUZA LIMA, BORSALL.** *Macromol. Rapid Commun.*, 2004, vol. 25, 771 [0005]
- **ONO ; SHIMAYA ; HONGO ; YAMANE.** *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 2001, vol. 26, 569 [0005]
- **LOELOVICH ; LEYKIN.** *Cellulose Chem. Technol.*, 2006, vol. 40, 313 [0005]
- **ZHANG ; ELDER ; PU ; RAGAUSKAS.** *Carbohydr. Polym.*, 2007, vol. 69, 607 [0005]
- **P. H. HERMANS ; A, WEIDINGER.** *J. Am. Chem. Soc.*, 1946, vol. 68, 2547 [0015]